

Pfahlgründung Pfahl+

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	2
Berechnungsgrundlagen	4
Eingabe	5
Allgemeine Bedienhinweise	5
Grundparameter	6
System	8
Pfahlsystem	9
Pfahlmaterial	10
Bodenprofil	11
Grundwasser	11
Belastung	12
Pfahllasten	12
Negative Mantelreibung	13
Seitendruck	14
Bemessung	15
Axiale Pfahlwiderstände	15
Laterale Pfahlwiderstände / Bettungsbereiche	16
Verschiebungen	16
Bewehrungsdialog (Ribbon)	17
Querschnitt	18
Seitenansicht	18
3D-Ansicht	18
Ausgabe	19
Ausgabeumfang / Berechnung / Ergebnisse	19
Verbundene Programme	19
Eingabemöglichkeiten in der Grafik	20

Grundlegende Dokumentationen, Hotline-Service und FAQ

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie „Allgemeine Dokumente und Bedienungsgrundlagen“ auf unserer Homepage www.frilo.eu unter CAMPUS im Downloadbereich (Handbücher).

Tipp 1: Bei Fragen an unsere Hotline lesen Sie [Hilfe – Hotline-Service – Tipps](#).
Siehe auch Video [FRILO-Service](#).

Tipp 2: Zurück im PDF - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es mit der Tastenkombination <ALT> + „Richtungstaste links“

Tipp 3: Häufige Fragestellungen finden Sie auf www.frilo.eu unter ▶ Service ▶ Support ▶ [FAQ](#) beantwortet.

Tipp 4: Hilfedatei nach Stichwörtern durchsuchen mit <Strg> + F

Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem neuen FRILO-Programm Pfahl+ kann für Bohrpfähle mit rechteckigem und kreisrundem Querschnitt die innere und äußere Tragfähigkeit nachgewiesen werden.

Durch die Anbindung der bewährten FRILO-Programme SBR+ Setzungsberechnung und EDB+ Erddruckberechnung können sowohl die Bodensetzungen in der Pfahlumgebung als auch der einwirkende Seitendruck auf die Pfähle mit in Betracht gezogen werden. Durch die Gegenüberstellung der Pfahlsetzungen und der Bodensetzungen entlang der Pfahlmantelfläche kann eine Einwirkung aus negativer Mantelreibung bis zum neutralen Punkt optional angesetzt werden.

Die axialen Pfahlwiderstände infolge Mantelreibung und Spitzendruck können wahlweise durch die Auswertung statischer Pfahlprobelastungen oder auf Basis von Erfahrungswerten nach der [EA-Pfähle](#) (Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.), getrennt nach den beiden Grenzzuständen SLS und ULS abgeleitet werden. Bei einer resultierenden Zugbelastung im Pfahl werden die axialen Pfahlwiderstände aus Mantelreibung sinngemäß nachgewiesen. Bei Zugpfählen wird optional der Nachweis der Sicherheit gegen Abheben (UPL) mit einem angehängten Bodenprisma geführt.

Beim Nachweis der äußeren Pfahltragfähigkeit in horizontaler Richtung wird die benutzerdefinierte Pfahlbettung so lange in tieferliegende Bodenschichten umgelagert, bis die resultierenden Bettungsspannungen die maximal möglichen Erdwiderstandsspannungen nicht mehr überschreiten.

Die Bemessung der Stahlbetonquerschnitte erfolgt auf Grundlage einer nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung der Zusatzbelastungen nach Theorie II. Ordnung und der tatsächlichen Pfahlsteifigkeiten infolge einer frei wählbaren Bewehrung.

Normen

- DIN EN 1997 / DIN EN 1992
- ÖNORM EN 1997 / ÖNORM EN 1992

Modell

Es können beliebig viele horizontale Bodenschichten und ein Grundwasserhorizont definiert werden.

Als Pfahlssystem kann ein Einzelpfahl oder auch eine gesamte Pfahlgruppe mit kreisrundem oder rechteckigem Querschnitt betrachtet werden. Dabei erfolgt die Bemessung stets am Einzelpfahl ohne Berücksichtigung einer Pfahlgruppenwirkung. Durch die Definition einer Pfahlgruppe kann der maßgebende Seitendruck auf den Einzelpfahl nach EA-Pfähle abgeleitet werden. Eine Fußaufweitung kann für kreisrunde Pfähle optional berücksichtigt werden.

Belastung und Überlagerung

Für die Berechnung der Bodensetzungen in der Umgebung des Pfahlschaftes kann eine großflächige Oberflächenlast definiert werden.

Das Eigengewicht der Pfähle kann optional automatisch angesetzt werden.

Die äußeren Lasten auf die Pfähle können in Form von vertikalen Kopflasten, optional auch in Verbindung mit einer Ausmitte, in Form von horizontalen Kopflasten oder auch in Form von Kopfmomenten jeweils bezogen auf die Hauptachsen in x- oder y-Richtung definiert werden.

Die Anzahl der Lastfälle sowie deren Einwirkungsart sind dabei beliebig wählbar.

Eine automatische Überlagerung der Lastfälle gemäß den geltenden Überlagerungsvorschriften ist ebenfalls integriert.

Durch die Zuordnung der veränderlichen Lasten zu Alternativ- und Zusammengehörigkeitsgruppen kann der Ansatz der veränderlichen Lasten und die Anzahl der maßgebenden Bemessungskombinationen gesteuert werden.

Optional kann eine Zusatzbelastung infolge einer negativen Mantelreibung bis zum neutralen Punkt berücksichtigt werden, wenn im Bereich der Pfahlmantelfläche die Bodensetzungen größer als die

Pfahlsetzungen sind. Als Berechnungsansatz stehen hier sowohl eine direkte Vorgabe der negativen Mantelreibungskraft als auch eine automatische Berechnung (durch Anbindung des Setzungsprogramms SBR+) über Pfahl- und Bodensetzungen zur Auswahl. Hierbei wird grundsätzlich zwischen den beiden Grenzzuständen ULS (= Grenzzustand der Tragfähigkeit) und SLS (= Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) unterschieden.

Wahlweise kann auch eine Einwirkung aus Seitendruck auf die Pfähle in x- und/oder y-Richtung angesetzt werden. Dabei können entweder beliebige benutzerdefinierte Lastpolygone oder aber eine automatische Berechnung des maßgebenden Seitendrucks aus Fließdruck oder Erddruck durch die Anbindung des Erddruckprogramms EDB+ berücksichtigt werden.

Ergebnisse

Alle Ergebnisse können grafisch und tabellarisch in einer übersichtlichen Ergebnisliste mit vom Benutzer frei wählbarem Detaillierungsgrad ausgegeben werden. Im Besonderen sind dies:

- Gegenüberstellung von Pfahl- und Bodensetzungen mit Darstellungen der neutralen Punkte in den Grenzzuständen SLS und ULS zur Ableitung der negativen Mantelreibung.
- Abbildung der Widerstandssetzungslinie für Spitzendruck, Mantelreibung und Pfahltragfähigkeit, abgeleitet aus Erfahrungswerten oder Probelastungen.
- Bemessungsschnittgrößen für Druck- und Zugpfähle im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS).
- Mobilisierte Bettungsspannungen sowohl in Richtung der Hauptachsen, als auch als Resultierende.
- Überlagerung der Bettungsspannungen mit dem Erdwiderstand zur Darstellung der erforderlichen Spannungsbegrenzung und ggfs. erfolgter Umlagerung der Bettungsspannungen in größere Tiefen.
- Verformungen des Pfahls entlang der Hauptachsen im Grenzzustand SLS.
- Darstellung der gewählten bzw. der erforderlichen Bewehrung.

Geplante Erweiterungen

In einer Folgeversion werden weitere Pfahlsysteme (wie Fertigramm, Ortbeton-, Teilverdrängungs-, Schraub-, Verdrängungs-, und Mikropfähle) ergänzt. Vor allem werden für diese Systeme die Erfahrungswerte für Mantelreibung und Spitzendruck gemäß den Tabellen in Abschnitt 5.4 aus der EA-Pfähle implementiert, sodass die maßgebenden Widerstände je Bodenschicht aus den Kennwerten der undrainierten Scherfestigkeit $c_{u,k}$ bzw. dem mittleren Spitzenwiderstand q_c der Drucksonde automatisch abgeleitet werden können. Für die Bemessung der inneren Tragfähigkeit dieser Pfahlsysteme wird zudem eine Stahlbemessung implementiert.

Weiterhin wird zur Ableitung der maßgebenden Pfahlwiderstände die Auswertung von dynamischen Pfahlprobelastungen ergänzt werden.

Ebenso ist die Berechnung von Pfahlgruppen mit Effekten der Pfahlgruppenwirkung in Planung, um das unterschiedliche Tragverhalten der Einzelpfähle innerhalb einer Gruppe zu simulieren. In dieser Verbindung wird dann auch ein polygonales Baugrundschichten- und Geländemodell zur Verfügung stehen, um unterschiedliche Bodenschichtungen entlang einzelner Pfähle innerhalb der Gruppe in Betracht ziehen zu können.

Schnittstellen zu weiterführenden Programmen

- Setzungsberechnung SBR+ (Berechnung der maßgebenden Setzung im Pfahlumfeld zur Bestimmung der negativen Mantelreibung)
- Erddruckberechnung EDB+ (Berechnung des maßgebenden Seitendrucks und der Erdwiderstände)
- Stahlbetonstütze B5+ (Berechnung des Pfahls als elastisch gebettete Stütze)
- Schnittstelle von GEO/PLT zu Pfahl+: Pfähle unterhalb von Bodenplatten können so modelliert werden, Lasten aus der Bodenplatte können an die Pfähle weitergeleitet werden. Beim [Aufruf vom Gebäudemodell](#) aus werden nach der Berechnung Auflagerfedern an das Gebäudemodell zurückgegeben.

Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungsgrundlagen finden Sie im separaten Dokument [FL.Pfahl-Berechnungsgrundlagen](#).

Eingabe

Allgemeine Bedienhinweise

Assistent

Beim Start des Programms erscheint automatisch das Fenster [Assistent](#).

Hier können schnell die wichtigsten Eckdaten des Systems eingegeben werden, die dann im Eingabebereich oder/ und in der [interaktiven Grafikoberfläche](#) editiert werden können.

Selbst definierte Positionen können hier auch als Vorlagen eingelesen werden. Das Speichern als Vorlage geschieht über ▶ Datei ▶ Speichern unter ▶ Option „Als Vorlage verwenden“ markieren.

Grafische Eingabe

Siehe [Eingabemöglichkeiten in der Grafik](#).

Siehe auch „[interaktive Grafik](#)“ in den Bedienungsgrundlagen.

Interaktive Maßketten

Wie in allen Plus-Programmen sind die Maßzahlen editierbar und können direkt in der Grafik geändert werden.

Interaktive Texte

Die in der Grafik links oben angezeigten Texte sind, wie in allen PLUS-Programmen auch, interaktiv und können angeklickt werden. Damit werden in der Grafik Dialoge erreicht, die sonst nur über das linke Menü erreicht werden. Siehe auch [Bedienungsgrundlagen](#).

Grundparameter

Grundbaunormen und Berechnungsmodus

Grundbaunorm	Definition der Norm mit nationalem Anhang. - DIN EN 1997 - ÖNORM EN 1997
--------------	--

Optimierung

Optimierung	Markieren Sie diese Option, wenn für die geotechnischen Nachweise ggf. die Geometrie des Pfahls angepasst werden soll.
-------------	--

Optimierungsparameter	Klicken Sie auf den Editierbutton, um den Dialog für die Optimierungsparameter anzuzeigen. Hier definieren Sie, wie die Pfahlgeometrie zu optimieren ist: über die Schaftlänge, den Querschnitt oder beides. Beachten Sie hierzu die Infos zu den einzelnen Parametern, die im unteren Fensterbereich angezeigt werden.
-----------------------	---

Prüfungen

Ausführungsnorm prüfen	Markieren Sie diese Option, wenn die Randbedingungen der Ausführungsnorm geprüft werden sollen.
------------------------	---

Berechnungsoptionen

Stahlbetonbemessung	Markieren Sie diese Option, wenn eine Stahlbetonbemessung durchgeführt werden soll.
Nachweis Bodenkörper	Markieren Sie diese Option, wenn für Zugpfähle ein Nachweis im Grenzzustand Aufschwimmen geführt werden soll.

TSBW für BHg,d	Teilsicherheitsbeiwert für die Ermittlung des Bemessungswertes der resultierenden Bodenwiderstandskraft.
----------------	--

Spannungsbegrenzung	Bei markierter Option wird eine automatische Begrenzung der Bodenspannungen für den Nachweis lateral beanspruchter Pfähle durchgeführt. Zurzeit ist diese Option nur für Testkunden verfügbar. Die Freischaltung erfolgt kommenden Release. Möchten Sie Testkunde werden? Dann kontaktieren Sie bitte unsere Hotline!
---------------------	---

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	Auswahl der dem Tragsicherheitsnachweis zugrunde liegende Bemessungsnorm. Bei Eurocodes wird mit Angabe der nationalen Version der europäischen Normen gleichzeitig auf den jeweiligen Nationalen Anhang verwiesen. Derzeit wird die Stahlbetonbemessung auf Grundlage von DIN EN 1992, ÖNORM EN 1992 und BS EN 1992 unterstützt.
----------------	---

ψ_2 für Kranlasten	Kombinationsbeiwert ψ_2 für Kranlasten (Verhältnis von ständigem Anteil zu Gesamtkranlast).
-------------------------	--



Schnee außergewöhnlich	Bei markierter Option werden zusätzlich zu den gewöhnlichen Bemessungssituationen die Schneelasten als außergewöhnliche Einwirkung angesetzt.
Lastfaktor für Schnee (A)	Mit diesem Faktor wird die außergewöhnliche Schneelast bezogen auf ihren charakteristischen Wert angesetzt. Er kann frei vorgegeben (Option markieren, um den Wert einzugeben) oder automatisch vom Programm ermittelt werden
$\psi_2 = 0,5$ für Schnee	Bei markierter Option wird in der Bemessungssituation Erdbeben (AE) der Kombinationsbeiwert ψ_2 für die Einwirkung Schnee auf den Wert 0,5 angehoben. (Siehe Einführungserlasse der Bundesländer, z.B. Baden-Württemberg).
Standort Windzone	Markieren Sie diese Option, wenn sich der Gebäudestandort in Windzone 3 oder 4 befindet. In diesem Fall wird die Einwirkung 'Schnee' nicht als Begleiteinwirkung zur Leiteinwirkung 'Wind' angesetzt.
gleiches γ_G	Bei markierter Option werden alle ständigen Lasten bzw. Lastfälle zusammen mit dem gleichen Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$) angesetzt, anderenfalls werden ständige Lasten unabhängig voneinander mit ihren unteren und oberen Teilsicherheitsbeiwerten kombiniert.

Bemessungssituation

Tragsicherheit	Wahl der Bemessungssituation für die Tragsicherheitsnachweise (ständig,vorübergehend).
Gebrauchstauglichkeit	Wahl der Bemessungssituation für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise (häufig, selten, quasi-ständig).

System

Pfahlgründungssystem

Pfahlgründungstyp Auswahl, ob es sich um einen Einzelpfahl oder eine Pfahlgruppe handelt.

Angehängter Bodenkörper Wenn in den [Grundparametern](#) der Nachweis des Bodenkörpers aktiviert ist, kann hier die Breite des angehängten Bodenkörpers in x- bzw. y-Richtung für den Abhebenachweis eines Einzelpahls definiert werden.

Pfahlgruppe

Layout In Reihe oder versetzt.

Anordnung in X- bzw. y-Richtung:

Rastermaß Mittlerer Abstand der Pfähle.

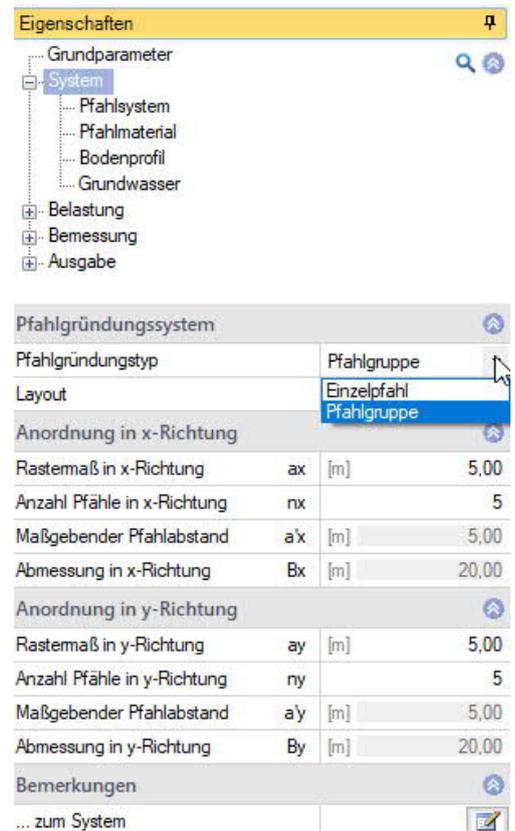
Anzahl Pfähle Anzahl der Pfähle innerhalb der Pfahlgruppe je Richtung.

Zur Info werden die maßgebenden Pfahlabstände und die Abmessungen angezeigt.

Bemerkungen

Optionale Eingabe von Bemerkungen zum System, die auch in der Ausgabe erscheinen.

Siehe auch [Bemerkungseditor](#).



Eigenschaften

- Grundparameter
 - System
 - Pfahlsystem
 - Pfahlmaterial
 - Bodenprofil
 - Grundwasser
 - Belastung
 - Bemessung
 - Ausgabe

Pfahlgründungssystem

Pfahlgründungstyp	Pfahlgruppe		
Layout	Einzelpfahl		
	Pfahlgruppe		
Anordnung in x-Richtung			
Rastermaß in x-Richtung	ax	[m]	5,00
Anzahl Pfähle in x-Richtung	nx		5
Maßgebender Pfahlabstand	a'x	[m]	5,00
Abmessung in x-Richtung	Bx	[m]	20,00
Anordnung in y-Richtung			
Rastermaß in y-Richtung	ay	[m]	5,00
Anzahl Pfähle in y-Richtung	ny		5
Maßgebender Pfahlabstand	a'y	[m]	5,00
Abmessung in y-Richtung	By	[m]	20,00
Bemerkungen			
... zum System			

Pfahlssystem

Pfahlart	Es stehen Bohrpfahl / Mikrobohrpfahl / Fertigrampfpfahl aus Stahlbeton zur Auswahl.
Querschnittstyp	Der Stahlbetonpfahl kann einen Rechteck- oder Kreisquerschnitt aufweisen.
Schaftdurchmesser	Durchmesser des <u>kreisförmigen</u> Bohrpfahls.
Breite/Höhe	Abmessung eines <u>rechteckigen</u> Pfahlquerschnittes.
Bewehrungslage	Definition der Bewehrungslage in alle Richtungen in Form des Abstandes zwischen nächstliegender Außenfläche und Schwerpunkt der Längsbewehrungsstäbe.
Schaftlänge	Schaftlänge (ohne Fußverbreiterung) des Bohrpfahls.
Neigung	Winkel zwischen Stabachse und Vertikale.
Fußverbreiterung	Markieren Sie diese Option, wenn der Bohrpfahl mit einer Fußverbreiterung ausgeführt werden soll (nur für Kreisquerschnitte wählbar). Länge: Eingabe der Länge der Fußverbreiterung eines Bohrpfahls. Durchmesser: Durchmesser der Fußverbreiterung eines Bohrpfahls.
Lagerbedingungen	Diskrete Lagerbedingung für Translation/Rotation (starr, 0 = frei, > 0 elastisch gelagert).

Eigenschaften 🔍 ⚙️

- Grundparameter
- System
 - Pfahlssystem**
 - Pfahlmaterial
 - Bodenprofil
 - Grundwasser
- Belastung
- Bemessung
- Ausgabe

Pfahlssystem			
Pfahlart		Bohrpfahl	▼
Querschnitt			
Querschnittstyp		 Kreis	▼
Schaftdurchmesser	ds	[cm]	30,0
Bewehrungslage	d1	[cm]	5,0
Pfahlabmessungen			
Schaftlänge	Ls	[m]	16,40
Neigung	α	[°]	0,0
Fußverbreiterung			<input checked="" type="checkbox"/>
Länge	Lb	[m]	0,00
Durchmesser	Db	[cm]	0,0
Lagerbedingungen am Pfahlkopf			
Bezeichnung			
Verschiebung in x-Richtung	cx		starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verschiebung in y-Richtung	cy	[kN/m]	0,00 <input type="checkbox"/>
Verdrehung um die x-Achse	θ_x	[kNm/rad]	0,0 <input type="checkbox"/>
Verdrehung um die y-Achse	θ_y	[kNm/rad]	0,0 <input type="checkbox"/>
Lagerbedingungen am Pfahlfuß			
Bezeichnung			
Verschiebung in x-Richtung	cx		starr <input checked="" type="checkbox"/>
Verschiebung in y-Richtung	cy	[kN/m]	0,00 <input type="checkbox"/>
Verdrehung um die x-Achse	θ_x	[kNm/rad]	0,0 <input type="checkbox"/>
Verdrehung um die y-Achse	θ_y	[kNm/rad]	0,0 <input type="checkbox"/>

Pfahlmaterial

Auswahl der Beton- und Stahlgüte.

Kriechen

Kriecheffekte ignorieren	Deaktiviert den Ansatz (und die Eingabefelder) sämtlicher Kriecheffekte.
Vorgabe Endkriechzahl	Wechselt für die Endkriechzahl zwischen benutzerdefinierter Wertvorgabe und automatischer Berechnung aus Umgebungsparametern. Vorgabewert für die Endkriechzahl des Betons Erhöhungsfaktor, angewendet auf die Endkriechzahl, um nichtlineares Kriechen zu erfassen. Hintergrund: Die Endkriechzahl als Materialkennwert wird für ein Dauerlastniveau von ca. 45% der Betondruckfestigkeit bestimmt. Ist das Dauerlastniveau höher, so muss mit einer nach EN 1992-1-1, 3.1.4, erhöhten Kriechzahl gerechnet werden. Falls der Nachweis der Zulässigkeit des Ansatzes des linearen Kriechens in einem ersten Berechnungsdurchgang erfolglos ist, kann hier der notwendige Erhöhungsfaktor nach EN 1992-1-1, 3.1.4 (4), Gl. 3.7, angegeben werden.
Bodenfeuchte	Relative Feuchte der Umgebungsluft in Prozent.
Belastungsalter	Betonalter zum Zeitpunkt der Belastung in Tagen.
Zementtyp	Zementtyp nach EN 1992, N, R oder S.

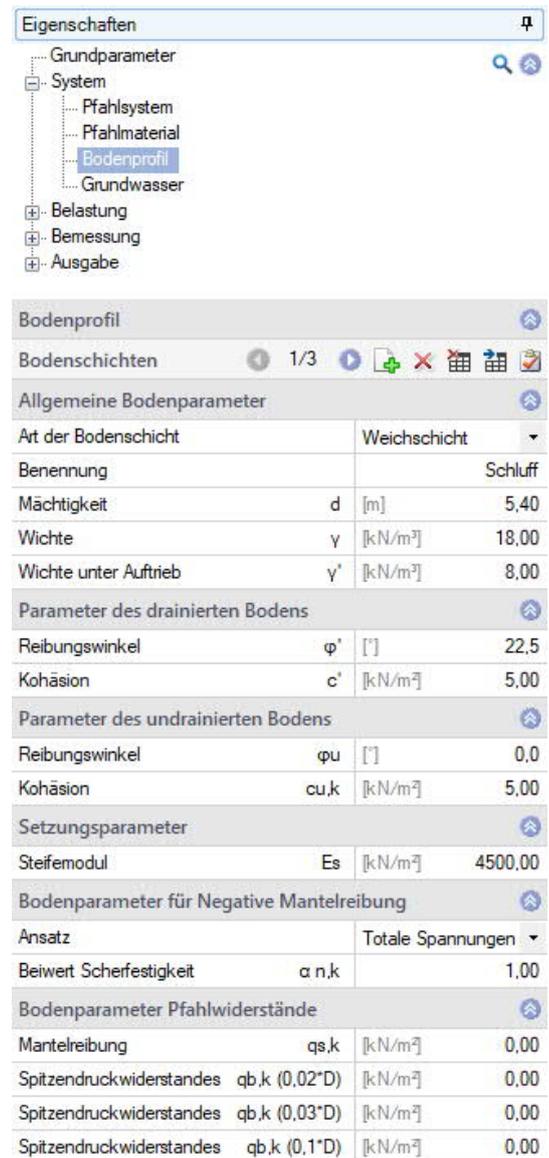
Betonmaterial			
Betongüte		C 25/30	
Stahlgüte		B500B	
Kriechen			
Kriecheffekte ignorieren			<input type="checkbox"/>
Vorgabe Endkriechzahl			<input type="checkbox"/>
Bodenfeuchte	Bu	[%]	50,00
Belastungsalter	t0	[d]	28,00
Zementtyp		N	
Bewehrungsvorgaben/Dauerhaftigkeit			
Dauerhaftigkeit		XC2/X0 >> C16/20	
Längsstabdurchmesser		[mm]	20
Bügeldurchmesser		[mm]	8

Bewehrungsvorgaben/Dauerhaftigkeit

Dauerhaftigkeit	Aufruf des Dialoges „Dauerhaftigkeit“ zur Eingabe der Parameter . – siehe Dokument Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmass .
Längsstab- / Bügeldurchmesser	Durchmesser der Längsbewehrungsstäbe/Bügel. Dieser Durchmesser dient am Anfang der Berechnungen am Querschnitt (Expositionsklassen, Bewehrungslage) als Grundlage. Der endgültige Durchmesser wird im Rahmen der sich an die Berechnung anschließenden Bearbeitung der Bewehrungsführung festgelegt.

Bodenprofil

Die Eingabe der Bodenschichten können Sie direkt im linken Menü vornehmen (siehe [Bedienungsgrundlagen](#) – Tabelleneingabe) oder über eine übersichtliche Tabelle - klicken Sie hierzu auf das Tab „Bodenschichten“ unter der Grafik.



Allgemeine Bodenparameter			
Art der Bodenschicht		Weichschicht	
Benennung		Schluff	
Mächtigkeit	d [m]	5,40	
Wichte	γ [kN/m ³]	18,00	
Wichte unter Auftrieb	γ' [kN/m ³]	8,00	
Parameter des drainierten Bodens			
Reibungswinkel	φ' [°]	22,5	
Kohäsion	c' [kN/m ²]	5,00	
Parameter des undrainierten Bodens			
Reibungswinkel	φ_u [°]	0,0	
Kohäsion	c_u, k [kN/m ²]	5,00	
Setzungsparameter			
Steifemodul	E_s [kN/m ²]	4500,00	
Bodenparameter für Negative Mantelreibung			
Ansatz		Totale Spannungen	
Beiwert Scherfestigkeit	$\alpha n, k$	1,00	
Bodenparameter Pfahlwiderstände			
Mantelreibung	q_s, k [kN/m ²]	0,00	
Spitzendruckwiderstandes	$q_b, k (0,02 \cdot D)$ [kN/m ²]	0,00	
Spitzendruckwiderstandes	$q_b, k (0,03 \cdot D)$ [kN/m ²]	0,00	
Spitzendruckwiderstandes	$q_b, k (0,1 \cdot D)$ [kN/m ²]	0,00	

Allgemeine Bodenparameter

Art der Bodenschicht Gibt an, ob es sich bei der Bodenschicht um eine
- Auffüllung, eine
- Weichschicht oder eine
- Tragschicht handelt.

Benennung Benennung der Bodenschicht.

Mächtigkeit Eingabe der Schichtdicke der Bodenschicht.

Wichte Wichte γ des Bodens.

Wichte unter Auftrieb Wichte γ' des Bodens unter Auftrieb.

Parameter des drainierten/undrainierten Bodens

Reibungswinkel Charakteristischer Wert des inneren Reibungswinkels des drainierten/undrainierten Bodens.

Kohäsion Kohäsion bindiger Böden im drainierten/undrainierten Zustand.

Setzungsparameter

Steifemodul Steifemodul E_s der aktuellen Bodenschicht.

Bodenparameter für negative Mantelreibung

Ansatz Auswahl, ob die charakteristischen Werte der negativen Mantelreibung vorgegeben werden oder nach den Verfahren mit effektiven Spannungen oder mit totalen Spannungen angegeben werden.

Beiwert Scherfestigkeit Beiwert für die Scherfestigkeit zur Berechnung der negativen Mantelreibung nach dem Verfahren mit totalen Spannungen. Die Größenordnung des Faktors α liegt je nach Bodenart und Pfahltyp zwischen 0,15 und 1,60, wobei häufig näherungsweise $\alpha=1$ gesetzt wird und dieser Wert generell für bindige Böden empfohlen wird.

Bodenparameter Pfahlwiderstände

Mantelreibung Charakteristischer Wert der Mantelreibung.

Spitzendruckwiderstand Charakteristischer Wert des Spitzendruckwiderstandes für $0,02 \cdot D / 0,03 \cdot D / 0,1 \cdot D$.

Grundwasser

Grundwasser vorhanden Bei markierter Option wird Grundwasser berücksichtigt.

Grundwasserstand Grundwassertiefe, gemessen ab Oberkante Gelände.

Belastung

Wählen Sie im linken Menü unter „Belastung“, ob mit oder ohne Eigengewicht gerechnet werden soll.

Oberflächenlast Eingabe einer ständigen, großflächigen Oberflächenlast. Über das „Pfeilsymbol“  kann eine Lastwertzusammenstellung aufgerufen werden – siehe Beschreibung im Programm [LAST+](#).

Bemerkungen

Optionale Eingabe von Bemerkungen zu den Lasten. Diese werden dann auch in die Ausgabe eingefügt. Siehe auch [Bemerkungseditor](#).

Pfahllasten

Die Eingabe kann im linken Menü erfolgen – siehe [Tabelleneingabe in den Bedienungsgrundlagen](#) – oder in übersichtlicher Tabellenform über das Tab „Pfahllasten“ unterhalb der Grafik.



Pfahllasten											
Art	Richtung	Drehrichtung	F _k	M _k	e _x	e _y	Beschreibung	Einwirkung	Zusammengruppe	Alternativgruppe	
			[kN]	[kNm]	[cm]	[cm]					
1	Kopflast	vertikal	3333,0	—	0,0	0,0		ständig	—	—	
2	Kopflast	vertikal	2000,0	—	0,0	0,0	Kat. A: Wohngebäude	keine	keine	keine	
3	Kopflast	in x-Richtung	600,0	—	—	—		ständig	—	—	
4	Kopflast	in x-Richtung	400,0	—	—	—	Kat. A: Wohngebäude	keine	keine	keine	
5	Kopfmoment	—	—	1,00	—	—		ständig	—	—	
		um die y-Achse									

Art Kopflast/Kopfmoment. Auswahl, ob es sich um eine Kraft oder um ein Moment handelt – entsprechend werden die nachfolgenden Eingabefelder für Richtung, Drehrichtung, Kraft F_k oder Moment M_k aktiviert.

Richtung Wirkungsrichtung der Kraft: vertikal, in x- oder y-Richtung.

Drehrichtung Drehrichtung des Momentes: um x- oder y-Achse.

Kraft F_k Eingabe des Kraftwertes. Über das „Pfeilsymbol“  kann eine [Lastwertzusammenstellung](#) aufgerufen werden.

Moment M_x/M_y Eingabe des Momentenwertes.

Ausmitte e_x/e_y Eingabe der Ausmitte in x/y-Richtung für eine vertikale Kopflast.

Beschreibung Optionale kurze Beschreibung der Last.

Einwirkung Auswahl der Einwirkung nach EN 1990, Tab. A1.1, bzw. benutzerdefinierte Einwirkung.

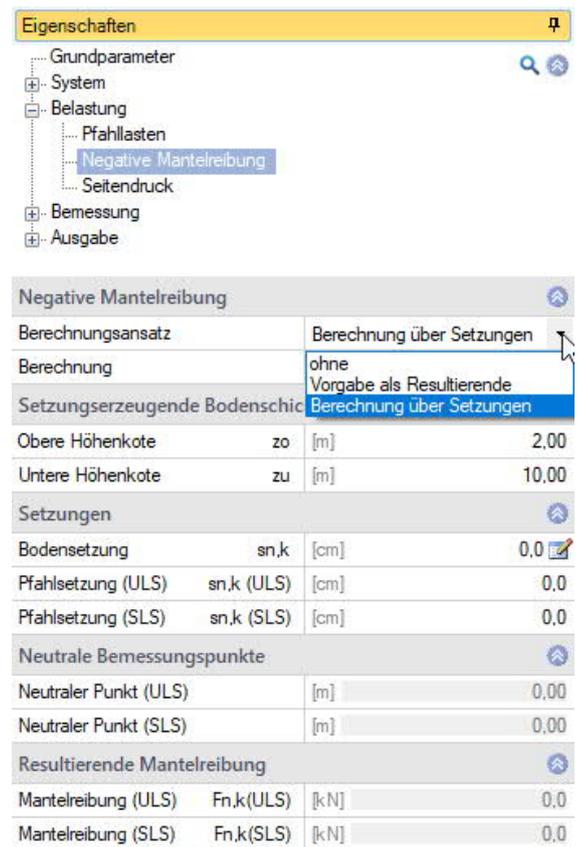
Zusammengehörigkeitsgruppe Lasten einer Zusammengehörigkeitsgruppe werden immer zusammen angesetzt.

Alternativgruppe Lasten einer Alternativgruppe werden immer einzeln angesetzt und nicht überlagert.

Hinweis *Zusammen- /Alternativgruppen: Wählen Sie „neue Gruppe“, um eine Gruppe mit fortlaufendem Index zu erstellen (Zus 1, Zus 2, usw.). Sie können den Zusammen- und Alternativgruppen auch Beschreibungen geben, die dann im Ausdruck erscheinen.*

Negative Mantelreibung

Berechnungsansatz	Auswahl des Berechnungsansatzes für die negative Mantelreibung.
Vorgabe als Resultierende	Charakteristischer Wert der negativen Mantelreibung im GZ ULS (Grenzzustand der Tragfähigkeit). GZ SLS (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit).
Berechnung über Setzungen	
Berechnung	Über diesen Button starten Sie die Berechnung der negativen Mantelreibung anhand der angegebenen Setzungsparameter.
Höhenkote	Obere/Untere Höhenkote der setzungsrelevanten Weichschichten relativ zur Oberkante des Geländes.
Bodensetzung $s_{n,k}$	$s_{n,k}$ ist die durch eine nachträgliche Auflast oder Auffüllung zu erwartende Setzung der Bodenschichten bis zum tragfähigen Baugrund. Über den Editierbutton starten Sie optional das Programm SBR+ Setzungsberechnung und können dort den Wert berechnen und über „Speichern und Zurück“ wieder an das Pfahlprogramm zurückgeben.
Pfahlsetzung	ULS: Grenzsetzung des Pfahls im Grenzzustand der Tragfähigkeit oder berechnete Setzung im Grenzzustand der Tragfähigkeit. SLS: Zu erwartende Setzung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.
Neutraler Punkt	Anzeige der Lage des neutralen Punktes im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)/Gebrauchstauglichkeit(SLS).
Mantelreibung	Anzeige der resultierenden Mantelreibung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)/Gebrauchstauglichkeit(SLS).



Seitendruck

Die Eingabe kann im linken Menü erfolgen – siehe [Tabelleneingabe in den Bedienungsgrundlagen](#) – oder in übersichtlicher Tabellenform über das Tab „Seitenlasten“ unterhalb der Grafik.

Ermittlung der Seitenlasten Optional kann des Programm Erddruckberechnung [EDB+](#) zur Ermittlung der Seitenlasten gestartet werden.



	Lastrichtung	z _o [m]	p _{z_o} [kN/m]	z _u [m]	p _{z_u} [kN/m]	Bemerkungen
1	in x-Richtung	0,00	0,20	8,40	0,20	
2	in x-Richtung	0,00	5,00	16,40	10,00	

Lastrichtung Wirkrichtung der Seitenlast: in x- oder y-Richtung.

Höhenkote z_o/z_u Gibt die obere/untere Höhekote für den oberen/unteren Lastwert der Seitenlast p an, gemessen vom Pfahlkopf.

Lastwert bei p_{z_o}/p_{z_u} Lastwert bei oberer/unterer Höhenkote.

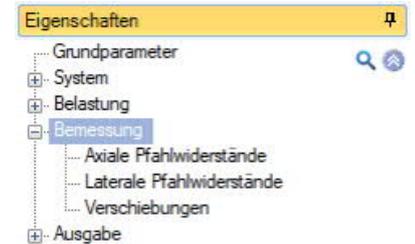
Über das „Pfeilsymbol“  kann eine [Lastwertzusammenstellung](#) aufgerufen werden.

Bemerkungen Hier können kurze Bemerkungen zu den Seitenlasten angegeben werden.

Bemessung

Bemessungsverfahren

Nichtlineare Bemessung Optional können Sie eine Kaltbemessung mit dem Allgemeinen Verfahren nach EN 1992-1-1, 5.8.6, durchführen. Das Verfahren basiert auf einer nichtlinearen Schnittgrößenermittlung nach Th. II. Ordnung mit Berücksichtigung des nichtlinearen Materialverhaltens für Beton und Betonstahl.



Gebrauchstauglichkeit

Min As Druckglieder ignorieren Deaktiviert den Ansatz der Mindestlängsbewehrung für Druckglieder, die sich aus EN 1992-1-1, 9.5.2, ergibt.

Mindestausmitten ignorieren Deaktiviert den Ansatz der Mindestausmitte bei druckbeanspruchten Querschnitten, die sich aus EN 1992-1-1, 6.1 (4), ergibt. Im Regelfall wirken sich die Mindestausmitten nur in Pfahlbereichen aus, in denen die Momente aus Imperfektionen einen Nulldurchgang aufweisen.

Wie Wand bemessen Aktiviert die Behandlung des Pfahls als Wand. Unabhängig von den tatsächlich vorhandenen Querschnittsabmessungen werden die Bemessungs- und Bewehrungsregeln für Wände angewendet.



Bemerkungen

Optionale Eingabe von Bemerkungen, die im Ausgabedokument hinter den Widerständen/Berechnungsergebnissen eingefügt werden.

Siehe auch [Bemerkungseditor](#).

Axiale Pfahlwiderstände

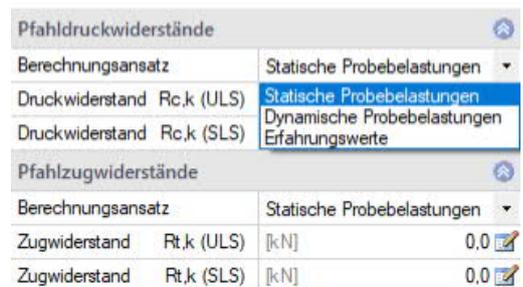
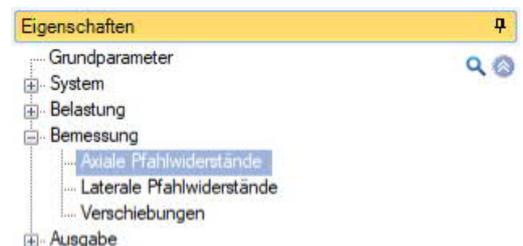
Pfahldruckwiderstände

Berechnungsansatz Auswahl zur Ermittlung der Pfahldruckwiderstände:

- Statische Probelastungen,
- Dynamische Probelastungen oder
- Erfahrungswerte.

Vorgabe $R_{c,k}$ Benutzerdefinierte charakteristische Werte des Gesamtpfahlwiderstandes (Druck) getrennt nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) bzw. der Gebrauchstauglichkeit (SLS).

Druckwiderstand $R_{c,k}$ Charakteristischer Pfahldruckwiderstand getrennt nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) bzw. der Gebrauchstauglichkeit (SLS), abgeleitet aus einer statischen Pfahlprobelastung oder Erfahrungswerten, je nach Wahl des Berechnungsansatzes.



Pfahlzugwiderstände

Berechnungsansatz	Ermittlung der Pfahlzugwiderstände:
Vorgabe $R_{t,k}$	Benutzerdefinierte charakteristische Werte des Gesamtpfahlwiderstandes (Zug) getrennt nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) bzw. der Gebrauchstauglichkeit (SLS).
Zugwiderstand $R_{t,k}$	Charakteristischer Pfahlzugwiderstand getrennt nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) bzw. der Gebrauchstauglichkeit (SLS) abgeleitet aus einer statischen Pfahlprobelastung.

Laterale Pfahlwiderstände / Bettungsbereiche

Ermittlungsansatz	Berechnungsansatz zur Ermittlung der lateralen Widerstände (Bettungsmodulverfahren).
Bettungsmodulverfahren	Klicken Sie auf den Editierbutton  , um die Ermittlung der Bettungsbereiche auf Grundlage der Bodenparameter (Schichtdicken) zu starten.
Bettungsbereiche	Anzeige der ermittelten Werte für obere Höhenkote $z_{o,i}$ / untere Höhenkote $z_{u,i}$ und zugehörige Länge des Bettungsbereichs l_i .
Bettungswerte	Hier wählen Sie den Ermittlungsansatz. - Eingabe über Steifemodul: $E_{s,k,i}$ Charakteristischer Wert des Steifemoduls. - Eingabe über Bettungsmodul: $D_{s,j}$ Äquivalenter Schaftdurchmesser bzw. relevante Querschnittsbreite. $k_{s,k,i}$ Charakteristischer Wert des Bettungsmoduls.
Erdwiderstände	Erwiderstand an der oberen/unteren Höhenkote.
Räumliche Erdwiderstände	Räumlicher Erwiderstand an der oberen/unteren Höhenkote.

Verschiebungen

Zulässige horizontale Verschiebungen	Eingabe der zulässigen / resultierenden Verformung des Pfahlkopfes.
Grenzwert der Vertikalverschiebung	Gibt die zulässige Grenzsetzung des Pfahlkopfes im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) an.

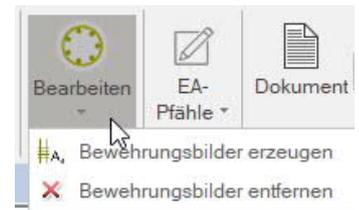
Bewehrungsdialog (Ribbon)

Bewehrungsführung

Die Bewehrungsführung kann wahlweise automatisch erfolgen oder manuell erstellt werden.

Aufruf über das Symbol in der oberen Menüleiste.

Hinweis: Klicken Sie auf den kleinen Pfeil nach unten, so erhalten Sie die Funktionen „Bewehrungsbilder erzeugen“ und „Bewehrungsbilder entfernen“.



Bewehrungsbilder erzeugen

Erzeugt automatisch eine Bewehrungsanordnung für jeden einzelnen Querschnitt.

Bewehrungsbilder entfernen

Entfernt alle vorhandenen Bewehrungsanordnungen.

Bewehrungsführung bearbeiten

Ein Klick in die Mitte des Symbols öffnet den Bewehrungsführungsdialog zur Erstellung bzw. Bearbeitung der Bewehrungsbilder.

Bewehrungsführung

Querschnitt | Seitenansicht | 3D-Ansicht

Stützenschnitt: Abschnitt 1

Verlegung und Abstände

cv.y = 3,2 cm
 cv.z = 3,2 cm
 Größtkorn = 63 mm

Vorgabe: d1 = 5,0 cm
 Realisierung: d1 = 4,6 cm

automatisch Bewehren / Anordnungsmuster

Längsbewehrung

Durchmesser aller Stäbe
 vergrößern | verkleinern

= 0,0 cm²
 = 0,0 cm²

Querbewehrung

Bügel: 8 mm | Hilfsbügel: 8 mm

= 6,99 cm²/m
 = 6,99 cm²/m

Bewehrungslage (Lagekoordinaten): freie Durchmesserwahl

Du [mm]	As [cm ²]	y [cm]	z [cm]
12	1,1	-70,4	0,0
12	1,1	-63,4	-30,5
12	1,1	-43,9	-55,0
12	1,1	-15,7	-68,6
12	1,1	15,7	-68,6
12	1,1	43,9	-55,0
12	1,1	63,4	-30,5
12	1,1	70,4	0,0

Kreis
 d = 150,0 cm
 vorh As = 15,8 cm²

150
 37,3
 14 Ø12 r
 As = 15,8 c

OK | Abbrechen | Übernehmen

Querschnitt

Grafische Ansicht als Querschnitt. Eingabe der Bewehrungsparameter wie Längs- und Querbewehrung, Abstände/Lage usw.

Stützenabschnitt

Bei mehrteiligen Stützen wählen Sie hier den Stützenabschnitt für den die Bewehrungsführung erstellt werden soll.

automatisch Bewehren/Anordnungsmuster

Öffnet den Dialog für die Auswahl der Bewehrungsanordnung – die Auswahloptionen sind grafisch selbsterklärend.

Im rechten Dialogbereich wählen Sie die Abstände, die Durchmesser der Längsstäbe und Bügel sowie das Größtkorn.

Bewehrungslage

Hier können Sie über die Icons Stäbe hinzufügen/entfernen.

Interaktive Bewehrungsgrafik

Die Grafik ist interaktiv, d.h. über die +/- Symbole bzw. das Kontextmenü (rechte Maustaste) können Stäbe hinzugefügt/entfernt oder Durchmesser vergrößert/verkleinert werden.

Seitenansicht

Grafische Ansicht von der Seite.

Verdichtungsbereiche:

nach Norm Steuert die automatische Festlegung der Verdichtungsbereiche der Querbewehrung.

lv,oben/unten Länge der Verdichtungsbereiche der Querbewehrung am oberen/unteren Abschnittsende.

Stahlmenge vorg. Asw Vorgabewert für die bezogene Querschnittsfläche der Querbewehrung.

3D-Ansicht

Per rechter Maustaste kann die Ansicht gedreht und gekippt werden.

Ausgabe

Ausgabeumfang / Berechnung / Ergebnisse

Vor der Ausgabe klicken Sie auf das „Berechnen“ Symbol.

Die Auslastung wird nach erfolgter Berechnung unten rechts im Grafikfenster eingeblendet und bietet einen guten Überblick über die Wirtschaftlichkeit des eingegebenen Systems.



Ergebnisse

Über den Tab „Ergebnisse“ können Sie die Ergebnisgrafiken anschauen.

Ausgabeumfang

Durch Anklicken der verschiedenen Ausgabe-Optionen legen Sie den Umfang der Ausgaben fest.

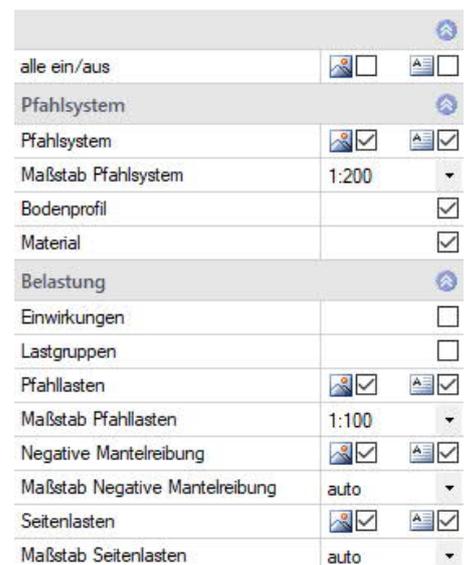
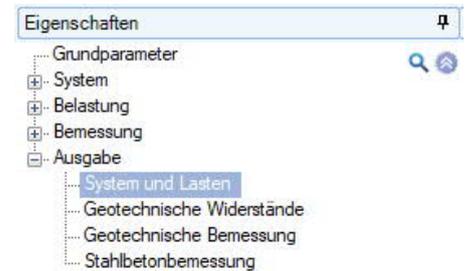
Ausgabe als PDF-Dokument

Über das Register „Dokument“ wird das Ausgabedokument im PDF-Format angezeigt und kann gedruckt werden.

Siehe auch [Ausgabe und Drucken.pdf](#)

Verbundene Programme

Hier sind die Schnittstellen zu den Programmen Setzungsberechnung SBR+, Erddruckberechnung EDB+ und Stahlbetonstütze B5+ aufrufbar.



Eingabemöglichkeiten in der Grafik

Benutzen Sie die rechte Maustaste zum Aufruf des Kontextmenüs.

Zur grafischen Eingabe in den PLUS-Programmen siehe auch [Bedienungsgrundlagen PLUS](#).

In der Grafik können z.B. Maße oder Lastwerte direkt angeklickt und verändert werden. Andere Eingaben werden durch das allgemeine Kontextmenü (Rechtsklick auf eine leere Grafikfläche) oder das Kontextmenü des Pfahls oder durch die interaktiven Texte oben links aufgerufen. Über die +/- Symbole unten kann eine Fußverbreiterung hinzugefügt/gelöscht werden.

